

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-246808
(43)Date of publication of application : 30.08.2002

(51)Int.CI.

H01P 1/208
H01P 1/212
H01P 5/08

(21)Application number : 2001-046034

(71)Applicant : UBE IND LTD

(22)Date of filing : 22.02.2001

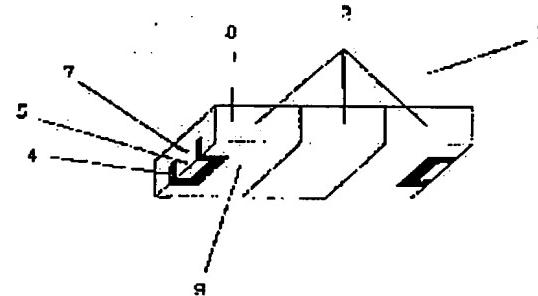
(72)Inventor : KAWAMURA KOICHI
OYAMA TAKAHARU

(54) DIELECTRIC FILTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a dielectric filter equipped with input and output electrodes having efficient input and output coupling capable of making excellent substrate mountability, adjusting its matching with an outer circuit after mounting, reducing the leakage of electromagnetic waves, and reducing a loss.

SOLUTION: In this TE mode dielectric filter having an input and output electrode constituting part, a gland electrode, and a connecting part in which a plurality of dielectrics are serially connected, the input and output electrode constituting part is constituted of input and output electrodes and dielectric exposing parts connected to them, and formed on the dielectrics at the both edges of the dielectric filter, and the input and output electrode constituting part and the input and output electrodes are continuously formed on the mounting faces of the dielectrics and one side face other than the joint face, and only the upper edges of the input and output electrodes on the side faces are short-circuited to the ground electrode.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.02.2004

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-246808

(P2002-246808A)

(43)公開日 平成14年8月30日(2002.8.30)

(51)Int.Cl.⁷

H 01 P 1/208
1/212
5/08

識別記号

F I

H 01 P 1/208
1/212
5/08

テーマコード(参考)

Z 5 J 006
H

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全7頁)

(21)出願番号

特願2001-46034(P2001-46034)

(22)出願日

平成13年2月22日(2001.2.22)

(71)出願人 000000206

宇部興産株式会社

山口県宇部市大字小串1978番地の96

(72)発明者 河村 浩一

山口県宇部市大字小串1978番地の5 宇部
興産株式会社宇部研究所内

(72)発明者 大山 隆治

山口県宇部市大字小串1978番地の5 宇部
興産株式会社宇部研究所内

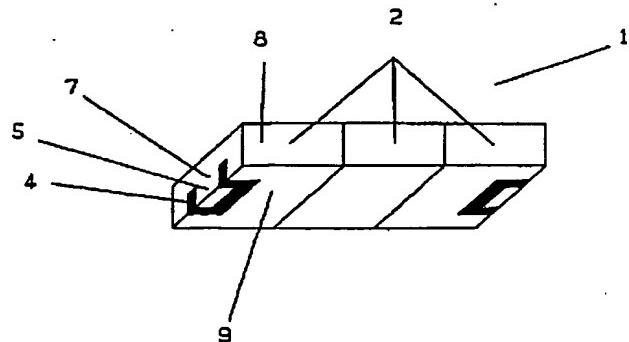
Fターム(参考) 5J006 HC01 HC03 HC12 HC24 JA01
JA31 LA03 LA05 LA11 LA24
LA28 ND05 NE15 PA03

(54)【発明の名称】 誘電体フィルタ

(57)【要約】

【課題】本発明の目的是、基板実装性に優れ、実装後に外部回路との整合を調整可能であり、かつ、電磁波のリークを小さくし損失を小さくした効率的な入出力結合を有する入出力電極を備えた誘電体フィルタを提供することである。

【解決手段】複数の誘電体が直列に接合し、入出力電極構成部、グランド電極および結合部を有するTEモード誘電体フィルタであって、前記入出力電極構成部は入出力電極とそれに接する誘電体露出部とからなり、かつ前記誘電体フィルタの両端の誘電体上に形成されており、前記入出力電極構成部および前記入出力電極は前記誘電体の実装面と前記接合面を除く一側面とにかけて連続して形成されており、前記側面の入出力電極の上端のみが前記グランド電極に短絡していることを特徴とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の誘電体が直列に接合し、入出力電極構成部、グランド電極および結合部を有するTEモード誘電体フィルタであって、前記入出力電極構成部は入出力電極と該入出力電極に接する誘電体露出部とからなり、かつ前記入出力電極構成部は前記誘電体フィルタの両端の誘電体上に形成されており、前記結合部は誘電体同士の接合面内に形成され、前記グランド電極は前記入出力電極構成部と前記結合部とを除く誘電体表面に形成されており、前記入出力電極構成部および前記入出力電極は前記誘電体の実装面と前記接合面を除く一側面とにかけて連続して形成されており、前記側面の入出力電極の上端のみが前記グランド電極に短絡していることを特徴とする誘電体フィルタ。

【請求項2】 前記入出力電極と前記グランド電極との短絡点が前記誘電体側面の上端より低い位置に形成されていることを特徴とする請求項1記載の誘電体フィルタ。

【請求項3】 前記誘電体フィルタを絶縁体基板上に載置し、前記絶縁体基板上に形成された基板信号ラインと前記誘電体フィルタの入出力電極の実装面に形成された電極部分とを電気的に接続したことを特徴とする請求項1または請求項2記載の誘電体フィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、5GHzから30GHzの高い周波数帯での使用に適した誘電体を複数接合した小型の誘電体フィルタに関するものである。

【0002】

【従来の技術】情報通信分野の急速な発展に伴って2GHzよりも高い周波数帯域の移動体通信システムが検討されている。これまでの移動体通信では2GHz帯程度までの周波数が利用されており、移動局に用いられるフィルタとしては誘電体同軸共振器を組み合わせたもののが主に用いられていた。

【0003】しかし、5GHz以上の周波数で用いる場合には、この誘電体同軸共振器では、低損失のフィルタとすることは難しく、高いQを確保しようとすれば外形を小さくすることが困難である。

【0004】これらのことから3GHz以上の周波数帯においても実用的な図10に示すようなTEモードを用いた誘電体を複数直列に接続した誘電体フィルタが提案されている。図10(a)はその斜視図、図10(b)は分解斜視図である。複数個のTEモード誘電体共振器20は、それぞれ直方体の誘電体の表面に導体メタライズが施されたものであり、他の共振器と接合する面上には結合のためにメタライズを除去して形成された円形または矩形等の結合孔22が設けられている。また入出力端子と結合する面上には、周囲のメタライズを除去して形成された入出力電極26が設けられている。これら3

個の誘電体共振器20は図10(a)に示すように結合面を当接して半田付けすることにより一体化される。

【0005】誘電体フィルタの両端部に設けられた入出力電極26は、側面に設けた剥離帯の上に、電極の上端が上面の金属被膜に導通し、電極の下端が剥離帯の中ほどにあるように形成されている。そして、この入出力電極26には、L字形状の金属製引出電極24が半田付け等により取り付けられる。誘電体フィルタは、この引出電極24を介して外部回路と結合する。

10 【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このフィルタにおいては、入出力電極と外部回路との接続を金属製引出電極である金具を介して行っている。このため外部接続のための部品点数が増加するとともに、この金具接続のばらつきにより外部回路との整合(VSWR)がばらつくことが懸念される。また、誘電体フィルタを基板に実装する場合、実装後の外部回路との調整が必要であり、その調整が容易であることも誘電体フィルタとして重要である。

20 【0007】さらに、高周波の誘電体フィルタとしては、電磁波のリークを少なくし、入出力結合を効率的に行い、低損失であることが切望されている。

【0008】本発明は、上記の問題点を鑑みてなされたもので、本発明の目的は、基板実装性に優れ、実装後に外部回路との整合を調整可能であり、かつ、電磁波のリークを小さくし損失を小さくした効率的な入出力結合を有する入出力電極を備えた誘電体フィルタを提供することである。

【0009】

30 【課題を解決するための手段】上記目的を達成するためには本発明は、複数の誘電体が直列に接合し、入出力電極構成部、グランド電極および結合部を有するTEモード誘電体フィルタであって、前記入出力電極構成部は入出力電極と該入出力電極に接する誘電体露出部とからなり、かつ前記入出力電極構成部は前記誘電体フィルタの両端の誘電体上に形成されており、前記結合部は誘電体同士の接合面内に形成され、前記グランド電極は前記入出力電極構成部と前記結合部とを除く誘電体表面に形成されており、前記入出力電極構成部および前記入出力電極は前記誘電体の実装面と前記接合面を除く一側面とにかけて連続して形成されており、前記側面の入出力電極の上端のみが前記グランド電極に短絡していることを特徴とする誘電体フィルタを提供するものである。

40 【0010】さらに、前記入出力電極と前記グランド電極との短絡点が前記誘電体側面の上端より低い位置に形成されていることが好ましい。

【0011】また、本発明は、前記誘電体フィルタを絶縁体基板上に載置し、前記絶縁体基板上に形成された基板信号ラインと前記誘電体フィルタの入出力電極の実装面に形成された電極部分とを電気的に接続したものであ

る。

【0012】

【発明の実施の形態】本発明では、複数の誘電体が直列に接合したTEモード誘電体フィルタであって、前記誘電体フィルタの両端の誘電体に、入出力電極を誘電体の1側面から実装面にかけて形成し、かつ、前記誘電体側面では入出力電極の上端がグランド電極に導通した構造とすることにより、従来のように、外部回路との接続に特別な金具を必要とせず、容易に誘電体フィルタを基板に実装することができ、外部回路との整合(VSWR)がばらつきにくい。また、実装後の外部回路との調整も入出力電極の側面部分を削ることにより容易に行うことができる。さらに、入出力電極の誘電体側面での磁界結合と実装面での電界結合とにより、入出力結合を効率的に行うことができ、誘電体露出部の面積を小さくし電磁波のリークの小さい低損失なフィルタとすることができます。特に、入出力電極とグランド電極との短絡点を、誘電体の側面の上端より下に設定することにより、さらに誘電体露出部の面積を小さくでき、低損失のフィルタとすることができます。

【0013】以下、本発明に係る誘電体フィルタの実施形態について添付図面を参照して説明する。各実施形態において、同一部品および同一部分には同じ符号を付した。

【0014】図1は本発明にかかる誘電体フィルタの一実施形態の斜視図であり、図1(a)は組み立て後、図1(b)は組み立て前分解斜視図を示すものである。本発明に係る誘電体フィルタ1は、TEモード共振器として働く所定の寸法を持つ誘電体2の共振器を複数個接続した形で形成される。複数個のTEモード誘電体共振器は、それぞれ、直方体の誘電体2の表面に導体メタライズが施されたものであり、他の誘電体共振器に接合する接合面上には結合部として非メタライズ部分からなる円形または矩形等の結合孔3が設けられている。

【0015】また、両端の誘電体には入出力電極5とそれに接する誘電体露出部4とからなる入出力電極構成部6が前記誘電体の実装面9と前記接合面を除く1側面とにかけて連続して形成されており、入出力電極5は入出力電極構成部6内に実装面9と前記側面に連続して形成されている。入出力電極5は、グランド電極8と両端の誘電体2の側面の上端を短絡点7として導通している。入出力電極5は、両端の誘電体2の前記接合面と反対側の面以外の他の側面(ただし、接合面は除く)上に形成することもできる。

【0016】このような構成の誘電体フィルタを、例えば図8に示すような基板信号ライン11を設けた基板に実装し、入出力電極5の実装面9部分と基板に設けられた基板信号ライン11とを半田等の導電性接着剤にて接続する。これにより、実装に際しL字金具のような特別な部品を用いることなく容易に誘電体フィルタを基板に

実装できる。また、基板には基板グランド電極12が形成されており、誘電体フィルタのグランド電極8と基板上の基板グランド電極12とが電気的に接続される。基板グランド電極12は基板の裏面に形成されていてもよく、その場合、この基板グランド電極12と誘電体フィルタのグランド電極8とは、基板に設けたスルーホールまたは基板の側面を通して電気的に接続される。また、実装後は、誘電体側面の入出力電極を一部削ることにより入出力の結合(VSWR)の調整が可能である。さらに、図6に例示されるような短絡点7を有しない島状の入出力電極5に比べて、セラミックの露出面積を小さくして電磁波のリークが少なくできるとともに、誘電体側面の電極による磁界結合と実装面の電極による電界結合を効率的に働かせることができ、損失を小さく押さえることができる。

【0017】図3に本発明にかかる誘電体フィルタの他の一実施形態の斜視図を示す。入出力電極のパターン以外は、図1に示した誘電体フィルタと同一の構成である。図1の実施形態と異なる点は、入出力電極5とグランド電極8との短絡点7が誘電体ブロックの側面の上端より下方にあることである。これにより、側面に形成されている誘電体露出部4の面積をさらに減らすことができ、その結果、さらにフィルタの損失を小さく押さえることが可能となる。その結果、誘電体ブロック間の結合用の剥離部分の面積を広くすることが可能となり、広い帯域のフィルタとすることも可能である。

【0018】

【実施例】(実施例1)図1に示したような本発明の実施形態の一つである誘電体フィルタを次のように作製し、フィルタの特性を測定した。

【0019】本実施例は、 $6.00 \times 17.7 \times 3\text{mm}^3$ の形状の3段フィルタである。 $6.00 \times 6.00 \times 3.00\text{mm}^3$ の誘電体ブロックをフィルタを形成する周波数に寸法加工し、次のように、結合部、入出力電極構成部およびグランド電極を構成するように電極を形成して、TEモード共振器となるようにした。両端の共振器の側面上下端間に 3.0mm 幅の入出力電極構成部6を側面上の中央に設定し、その入出力電極構成部6内に 1.5mm ライン幅の入出力電極5を形成した。また実装面には 2.4mm 幅 $\times 2.0\text{mm}$ 奥行の入出力電極構成部6内に 1.0mm 幅 $\times 1.0\text{mm}$ 奥行の入出力電極5を形成した。このようにして、入出力電極構成部6内の入出力電極5以外の領域には、入出力電極5の上端を除いて誘電体露出部4を形成した。また、共振器間の結合用に共振器の接合面の上下端間に結合部として 1.2mm 幅 $\times 3\text{mm}$ 高さの誘電体露出部を中央に設けた。誘電体フィルタの前記入出力電極構成部6と前記結合部以外の表面にはグランド電極を形成した。最後に、これらの共振器を半田等の導電性接着剤で接合した。用いた誘電体材料の比誘電率 ϵ_r は37である。

【0020】図2に作製したフィルタの特性を示す。中心周波数が5550MHzで、3dB帯域幅が150MHzで、ピーク点の挿入損失が1.51dBである、挿入損失の小さい誘電体フィルタが得られた。

【0021】フィルタ実装面にも入出力電極を設け、基板への実装性を容易にし、かつ、側面の電極で実装後の微調整を可能にしたにもかかわらず、低損失の誘電体フィルタを構成できたのは、入出力電極のパターンを本発明のようにして、誘電体露出部の面積を小さく押さえたためと、側面の電極による磁界結合と実装面の電極による電界結合が効率的に働いたためと思われる。

【0022】図4は、誘電体の露出面積を小さくすることにより無負荷Q(Q_u値)が大きくなり損失が小さくなることを示す実験例である。図4(a)は、誘電体共振器の無負荷Q(Q_u値)の測定方法を示す図であり、導体板上に側面に誘電体露出部を形成した試料を設置し、試料の両側にループアンテナを形成した同軸ケーブルを設置し、高周波をかけて、周波数特性を測定し、見かけ上の無負荷Q(Q_u値)を算出した。

【0023】試料は、5GHz帯の5.85×5.85×3.0mmのTEモード共振器の側面の電極を中央部で1.5mm幅×1.0mm高さの領域で剥離したもの(図4(b))と同形状の共振器の側面の電極を中央部で1.5mm幅×3.0mm高さの領域で剥離したもの(図4(d))である。それぞれの試料の電磁波リーケによる共振周波数の変化と損失を図4(c)と図4(e)に示す。

【0024】5GHz帯の5.85×5.85×3.0mmのTEモード共振器の側面の電極を中央部で1.5mm幅×1.0mm高さの領域で剥離した場合に共振周波数は5712MHzであるのに対し、1.5mm幅×3.0mm高さの領域で剥離した場合には5631MHzとなり約81MHz低下し、この時Q_u値は1050から約650と劣化し電磁波のリーケによる損失の増大が起こる。測定された見かけ上の無負荷Q(Q_u値)は、誘電体固有のQと電極形状に起因するQが作用しており、この実験では、誘電体材料として同一のものを使用していることから、誘電体固有のQは同一とみなされ、上記の測定値の差は、誘電体露出面積に起因し、誘電体露出部が広いほど挿入損失が大きいことを示している。

【0025】(実施例2)電磁波のリーケをさらに少なくするために図3に示すように、入出力電極とグランド電極との短絡点を側面の上端より低い位置に設定した誘電体フィルタの実施例を示す。本実施例では、前記短絡点の位置を誘電体側面の1/3の高さにし、5.85×17.7×3mm^tの大きさの3段フィルタを作製した。5.85×5.85×3mm^tの誘電体ブロックをフィルタを形成する周波数に寸法加工し、次のように、結合部、入出力電極構成部およびグランド電極部を構成するように電極を形成してTEモード共振器となるようにした。両端の共振器の1側面に3.3mm幅×1.0mm高さの入出力電極構成部6を側面下端から設定し、その入出力電極構成部6内に2.0mm幅×0.75mm高さの入出力電極5を形成した。また実装面には、寸法が2.4mm幅×2.0mm奥行の入出力電極構成部6内に1.5mm幅×1.5mm奥行の入出力電極5を形成した。このようにして、入出力電極構成部6内の入出力電極5以外の領域には、側面の入出力電極5の上端を除いて誘電体露出部4を形成した。また、共振器間の結合用に共振器の接合面の上下端間に1.5mm幅×3mm高さの剥離帯を結合部3として中央に設けた。誘電体フィルタの前記入出力電極構成部6と前記結合部3以外の表面にはグランド電極を形成した。最後にこれら共振器を半田等の導電性接着剤で接合した。用いた誘電体材料の比誘電率ε_rは37である。

【0026】図5にこのようにして作製した誘電体フィルタの特性を示す。中心周波数が5700MHzで、3dB帯域幅が230MHzでピーク点の挿入損失が0.97dBのものが得られた。

【0027】(比較例1)比較のために実施例2の誘電体フィルタの入出力電極構成部の誘電体露出部4が同じ面積となるように図6に示すようなグランド電極との短絡点を持たない島状の入出力電極5のパターンを持つ形態の誘電体フィルタを形成した。

【0028】本比較例は、5.85×17.7×3mm^tの大きさの3段フィルタである。5.85×5.85×3mm^tの誘電体ブロックをフィルタを形成する周波数に寸法加工し、次のように、結合部、入出力電極構成部およびグランド電極部を構成するように電極を形成してTEモード共振器となるようにした。両端の共振器の1側面に3.3mm幅×1.0mm高さの入出力電極構成部6を側面下端から設定し、その入出力電極構成部6内に2.0mm幅×0.75mm高さの入出力電極5を形成した。また実装面には、寸法が2.4mm幅×2.0mm奥行の入出力電極構成部6内に1.5mm幅×1.5mm奥行の入出力電極5を形成した。共振器間の結合用に共振器の接合面の上下端間に1.0mm幅×3mm高さの誘電体露出部(結合部3)を中心設けた。

【0029】図7に図6の形態の誘電体フィルタの特性を示す。中心周波数が5710MHzで、3dB帯域幅が100MHzで、ピーク点の挿入損失が2.06dBのものが得られた。

【0030】実施例2と比較例1との比較から判るよう

に、側面にグランド電極との短絡点7を持つような入出力電極構造、特に、前記短絡点7が誘電体側面の上端より低い位置にある入出力電極構造においては、短絡点7を持たない入出力電極構造に比べ入出力結合が大きく、比帯域幅の広い誘電体フィルタを得ることができる。

【0031】即ち、入出力電極構成部の誘電体露出部の面積が同じ場合には、本発明の電極構造は、入出力インピーダンスが小さく、結合部3の面積を大きくできるので、広い比帯域幅を持つことができ、そのため挿入損失を小さくすることができる。また、結合部3の面積を同一にするように構成した場合、本発明の電極構造の誘電体露出部4の面積をさらに小さくでき、挿入損失をさらに小さくできる。

【0032】(実施例3) 図8に、本発明の高周波誘電体フィルタの実装面の入出力電極を基板に実装し、基板に形成された引出電極と電気的に接続した例を示す。図8(a)は、誘電体フィルタを基板に実装した一実施形態を示す図であり、図8(b)は、基板信号ライン11と基板グランド電極12が形成された基板10と誘電体フィルタを別個に示す図である。基板10には、 $10 \times 20 \times 0.4$ mm³tのテフロン(登録商標)基板を用い、その上に図8(b)に示すように誘電体フィルタの入出力電極と接続され外部回路につなげる引出電極となる1.17mm幅の基板信号ライン11と誘電体フィルタのグランド電極につなげる基板グランド電極12とを形成している。基板上にペースト状半田を塗り、その上に誘電体フィルタを置きリフロー炉を利用して誘電体フィルタの実装面の入出力電極と基板の基板信号ライン11を半田で電気的に接続することにより、22GHz帯の3段の誘電体フィルタを基板10上に実装した。

【0033】本実施例に用いた誘電体フィルタは、 $3.00 \times 8.88 \times 1.5$ mm³tの大きさの3段フィルタであり、次のように作製した。 $3.00 \times 3.00 \times 1.5$ mm³tの誘電体ブロックをフィルタを形成する周波数に寸法加工し、次のように、結合部、入出力電極構成部およびグランド電極部を構成するように電極を形成してTEモード共振器となるようにした。両端の共振器の側面に1.5mm幅×0.5mm高さの入出力電極構成部6を側面下端から設定し、その入出力電極構成部6内に0.9mm幅のラインの入出力電極5を形成した。また実装面には、1.4mm幅×1.0mm奥行の入出力電極構成部6内に0.9mm幅×0.7mm奥行の入出力電極5を形成した。共振器間の結合用に共振器の接合面の中央に0.68mm幅×0.5mm高さの誘電体露出部を中央に設けた。誘電体フィルタの前記入出力電極構成部6と前記結合部以外の表面にはグランド電極を形成した。最後にこれら共振器を半田等の導電性接着剤で接合した。用いた誘電体材料の比誘電率 ϵ_r は、9.6である。

【0034】図9に図8の形態の基板に設置した誘電体

フィルタの特性を示す。中心周波数が22200MHzで、3dB帯域幅が325MHzでピーク点の挿入損失が、1.98dBである入力損失の小さい誘電体フィルタが得られた。

【0035】このように、本発明の入出力電極パターンを有する誘電体を用いて、実装面側の入出力電極と基板信号ラインを半田等の導電性接着材により接着することにより、基板に装着した入力損失の少ない誘電体フィルタを容易に得ることができる。

10 【0036】

【発明の効果】以上の説明で明らかのように、本発明においては入出力電極を実装面を含む2面にわたって形成したため、基板上の信号ラインと誘電体フィルタの入出力電極を特別な金具を用いず半田等の導電性接着材で接続できるため実装性にすぐれしており、金具接続によるばらつきがなく、また、基板に実装後の外部回路との整合(VSWR)も側面の電極を一部修正することにより容易に行うことができる。

【0037】またこのような2面にわたって入出力電極構成部に誘電体露出面を形成しているにもかかわらず、誘電体側面の入出力電極の一端をグランド電極に短絡させることによって、入出力結合を強くし、電磁波のリークを小さくすることができ、低損失な誘電体フィルタを得ることができる。さらに、このような短絡点を持たない構造の入出力電極に比べ広帯域幅のフィルタを構成することもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る誘電体フィルタの一実施形態を示す外観図である。

30 【図2】図1の誘電体フィルタの特性図である。

【図3】本発明に係る誘電体フィルタの他の実施形態を示す外観図である。

【図4】誘電体の露出面積とQ_u値との関係を示す説明図である。

【図5】本発明に係る誘電体フィルタの一実施例の特性図である。

【図6】グランド電極と短絡点を有しない入出力電極を形成した比較例となる誘電体フィルタの一実施形態を示す外観図である。

40 【図7】図6の誘電体フィルタの特性図である。

【図8】本発明に係る誘電体フィルタを基板に実装した一実施形態を示す外観図である。

【図9】図8の基板に実装した誘電体フィルタの特性図である。

【図10】従来の誘電体フィルタを示す外観斜視図である。

【符号の説明】

1 誘電体フィルタ

2 誘電体(共振器)

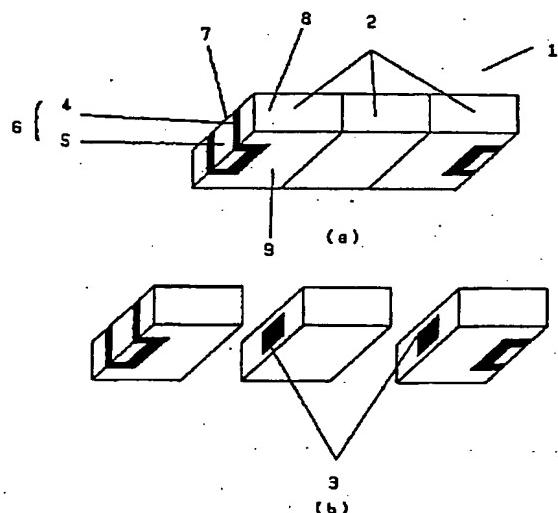
50 3 結合部(結合孔)

- 4 誘電体露出部
 5 入出力電極
 6 入出力電極構成部
 7 短絡点
 8 グランド電極
 9 実装面
 10 基板

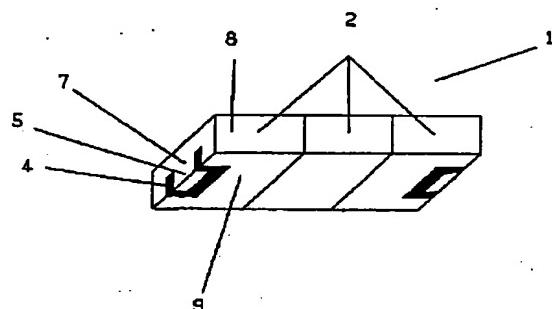
- 11 基板信号ライン(引出電極)
 12 基板グランド電極
 20 誘電体(共振器)
 22 結合孔
 24 引出電極(金具)
 26 入出力電極

9

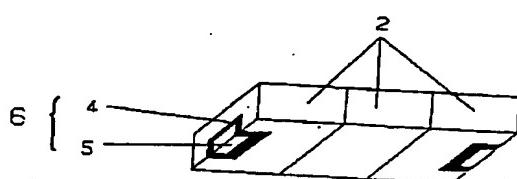
【図1】



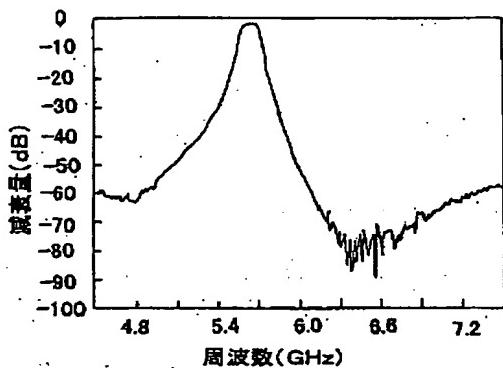
【図3】



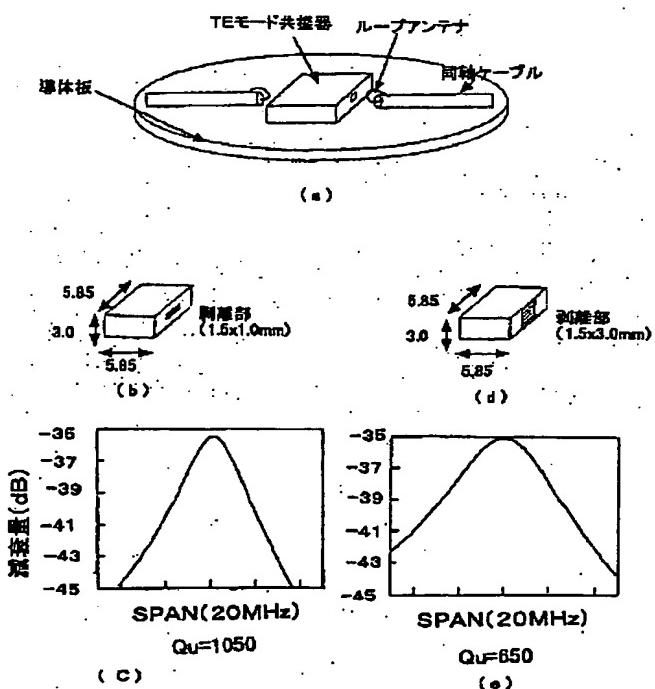
【図6】



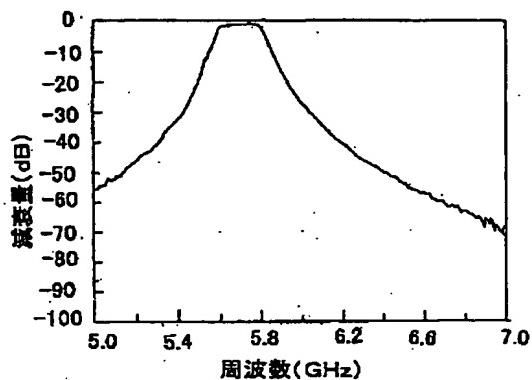
【図2】



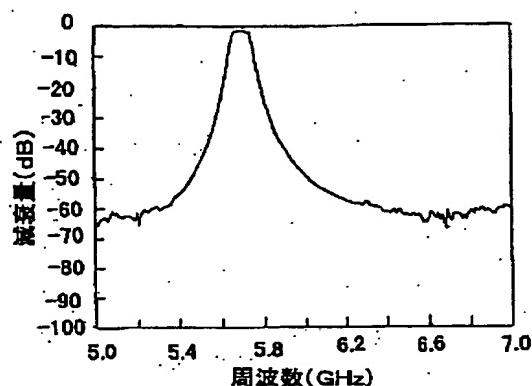
【図4】



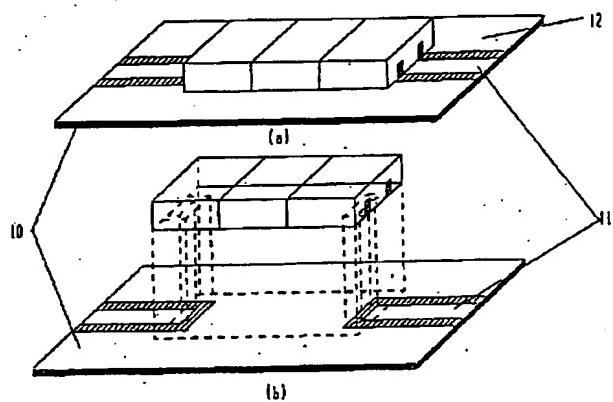
【図5】



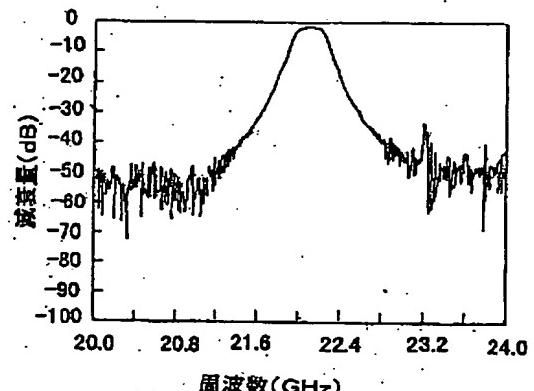
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

